

ALAT DAN KONTROL SUHU, GAS, KELEMBAPAN DAN
INTENSITAS CAHAYA PADA FERMENTASI RUSIP BERBASIS IOTApriyansah¹, Zaldi Rli Yanto¹, Indra Dwisaputra¹, Dora Palupi¹¹Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Corresponding Author: apriyans0746@gmail.com

ABSTRAK

Fermentasi rusip merupakan proses pengolahan ikan tradisional yang dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kadar gas. Pemantauan yang masih dilakukan secara manual menyebabkan pengawasan kurang efektif. Penelitian ini bertujuan merancang sistem monitoring dan kontrol fermentasi rusip berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32. Sistem menggunakan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor MQ-135 untuk mendeteksi kadar gas, sensor GY-30 (BH1750) untuk mengukur intensitas cahaya, serta memanfaatkan LCD I2C, Telegram, dan Blynk sebagai media monitoring real-time. Hasil pengujian menunjukkan sensor DHT11 memiliki selisih pengukuran sebesar 0,2°C untuk suhu dan 3% RH untuk kelembapan, sedangkan sensor GY-30 memiliki selisih sebesar 0,9 Lux dibandingkan alat ukur pembanding. Hasil monitoring selama 1 minggu menunjukkan suhu berada pada rentang 28,70°C–30,06°C, kelembapan 83,40%–87,70% RH, intensitas cahaya 3,33–51,67 Lux, dan kadar gas 1.038–1.487 ppm. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan monitoring dan kontrol kondisi fermentasi secara real-time, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau proses fermentasi dari jarak jauh.

Kata Kunci: *Fermentasi Rusip, Internet of Things (IoT), ESP32, DHT11, Monitoring, Kontrol.*

ABSTRACT

Rusip fermentation is a traditional fish fermentation process whose quality is influenced by temperature, humidity, light intensity, and gas concentration. Conventional manual monitoring makes the fermentation process less effective. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based monitoring and control system for rusip fermentation using an ESP32 microcontroller. The system integrates a DHT11 sensor for measuring temperature and humidity, an MQ-135 sensor for gas detection, a GY-30 (BH1750) sensor for measuring light intensity, and an I2C LCD, Telegram, and Blynk for real-time monitoring. Sensor performance was evaluated by comparing the DHT11 with a UT333 Mini Temperature Humidity Meter and the GY-30 with a Benetech GM1030C Lux Meter. The results showed measurement differences of 0.2°C for temperature, 3% RH for humidity, and 0.9 Lux for light intensity. One-week monitoring showed temperatures ranging from 28.70°C to 30.06°C, humidity from 83.40% to 87.70% RH, light intensity from 3.33 to 51.67 Lux, and gas concentration from 1,038 to 1,487 ppm. The proposed system successfully performed real-time monitoring and control, enabling users to remotely monitor the rusip fermentation process.

Keywords: Rusip Fermentation, Internet of Things (IoT), ESP32, DHT11, Monitoring, Control.

1. PENDAHULUAN

Rusip merupakan produk fermentasi ikan tradisional yang banyak dijumpai di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Produk ini dibuat dari ikan kecil, seperti ikan teri atau ikan bilis, yang dicampur dengan garam dan gula aren untuk mendukung aktivitas Bakteri Asam Laktat (BAL) (M. A. Kurnianto,dkk). Proses fermentasi menghasilkan cita rasa asam yang khas dan aroma yang kuat sehingga menjadi salah satu produk pangan tradisional yang memiliki nilai ekonomi dan budaya. Kualitas rusip sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan fermentasi, seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kadar gas. Perubahan parameter tersebut dapat memengaruhi aktivitas mikroorganisme sehingga berdampak terhadap mutu produk yang dihasilkan (K. Kurniawan and S. Syila, Desniar, I,dkk).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa selama proses fermentasi rusip terjadi peningkatan keasaman, *total volatile base nitrogen* (TVBN), dan protein terlarut, serta penurunan pH akibat aktivitas mikroorganisme (H. Kurnia). Suhu merupakan faktor penting yang memengaruhi laju metabolisme mikroba selama fermentasi. Suhu yang terlalu rendah dapat menghambat aktivitas enzim dan pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan suhu yang terlalu tinggi berpotensi menyebabkan kerusakan produk dan pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Selain itu, kelembapan juga berpengaruh terhadap aktivitas mikroba. Penelitian menunjukkan bahwa kadar air rusip meningkat dari 47,52% menjadi 50,46% selama 20 hari fermentasi, yang menunjukkan adanya perubahan aktivitas mikroba dan proses hidrolisis protein (S. Sarmila,dkk).

Selain suhu dan kelembapan, intensitas cahaya serta kadar gas juga memengaruhi proses fermentasi. Paparan cahaya dapat memengaruhi perubahan pH, kandungan asam amino, dan pembentukan senyawa penyusun cita rasa, sedangkan gas hasil fermentasi, seperti karbon dioksida (CO₂), hidrogen sulfida (H₂S), dan hidrogen (H₂), dapat digunakan sebagai indikator aktivitas mikroorganisme. Akumulasi gas yang berlebihan berpotensi memengaruhi aroma, tekanan di dalam wadah fermentasi, dan kualitas produk akhir (S. P. Maghfira,dkk). Namun, pada proses fermentasi rusip yang masih dilakukan secara tradisional, pemantauan suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kadar gas umumnya masih dilakukan secara manual serta tidak berlangsung secara kontinu. Kondisi tersebut menyebabkan perubahan lingkungan fermentasi sulit dipantau secara langsung sehingga berpotensi mengurangi kestabilan proses fermentasi dan menurunkan kualitas rusip yang dihasilkan.

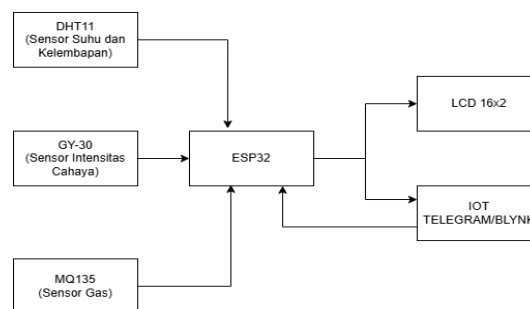
Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) memungkinkan proses dan kontrol dilakukan secara real-time melalui jaringan internet. Beberapa penelitian sebelumnya telah memanfaatkan mikrokontroler ESP32 yang dipadukan dengan sensor DHT11 dan MQ-135 untuk memantau kondisi lingkungan secara daring dengan tingkat akurasi yang baik (E. Oksal *et al*, M. Haq,dkk). Namun, penelitian tersebut umumnya hanya berfokus pada pemantauan suhu, kelembapan, atau kualitas udara dan belum mengintegrasikan pemantauan intensitas cahaya, kadar gas, serta sistem kontrol pencahayaan dalam satu perangkat yang secara khusus diterapkan pada proses fermentasi rusip.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini merancang dan membangun alat dan kontrol fermentasi rusip berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DHT11, MQ-135, dan GY-30

(BH1750). Sistem yang dikembangkan mampu memantau suhu, kelembapan, kadar gas, dan intensitas cahaya secara *real-time*, menampilkan data melalui LCD I2C, serta mengirimkan informasi ke platform Telegram dan Blynk untuk jarak jauh. Selain itu, sistem juga dilengkapi dengan kontrol pencahayaan otomatis berdasarkan intensitas cahaya yang terukur. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pemantauan, menjaga kestabilan kondisi fermentasi, serta mendukung peningkatan kualitas produk rusip.

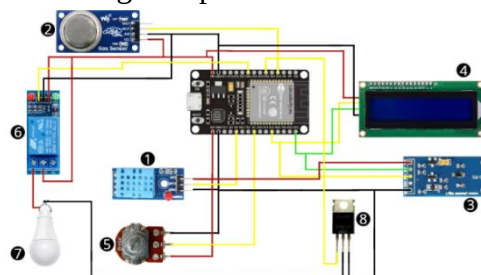
2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan rekayasa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) untuk merancang sistem *monitoring* dan kontrol fermentasi rusip berbasis *Internet of Things*. Sistem dirancang menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali terintegrasi dengan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor MQ-135 untuk mendeteksi kadar gas, serta sensor GY-30 untuk mengukur intensitas cahaya. Data hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32, ditampilkan pada LCD 16×2 sebagai media monitoring dan dikirimkan ke platform Telegram serta Blynk melalui jaringan Wi-Fi sehingga dapat dipantau secara *real-time*.



Gambar 1. Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 1, sensor DHT11, sensor MQ-135, dan sensor GY-30 (BH1750) berfungsi sebagai masukan (*input*) yang mengirimkan data suhu, kelembapan, kadar gas, dan intensitas cahaya ke mikrokontroler ESP32. Seluruh data yang diterima kemudian diproses oleh ESP32 sebagai pusat pengendali sistem. Hasil pengolahan data ditampilkan pada LCD 16×2 sebagai media monitoring secara langsung, serta dikirimkan ke platform Telegram dan Blynk melalui jaringan internet agar pengguna dapat memantau kondisi fermentasi dari jarak jauh secara *real-time*. Dengan rancangan tersebut, sistem mampu melakukan monitoring kondisi fermentasi secara berkelanjutan sehingga informasi mengenai suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kadar gas dapat diperoleh dengan cepat dan mudah.



Gambar 2. Skematik Rangkaian

Berdasarkan gambar 2, Sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan sensor DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor MQ-135 untuk mendeteksi kadar gas, serta sensor GY-30 (BH1750) untuk mengukur intensitas cahaya. Data hasil pembacaan sensor ditampilkan pada LCD I2C 16×2 sebagai media lokal dan dikirimkan secara *real-time* ke platform Telegram dan Blynk melalui jaringan Wi-Fi. Selain itu, sistem dilengkapi dengan relay 5V untuk mengendalikan lampu secara otomatis berdasarkan nilai intensitas cahaya maupun secara manual melalui aplikasi Blynk dan Telegram.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian sensor DHT11 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap Mini Temperature Humidity Meter UT333 sebagai alat ukur pembanding. Hasil pengujian suhu Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengujian Sensor DHT11 dan UT333 Mengenai Suhu

NO. PENGUKURAN	Parameter Suhu (DHT11) °C	Parameter Suhu (UT333) °C	Selisih °C	Error (%)
1	33,2	32,6	0,6	1,84
2	33,2	32,6	0,6	1,84
3	33,3	32,6	0,7	2,15
4	33,3	32,4	0,9	2,78
5	33,5	32,3	1,2	3,72
6	33,5	32,3	1,2	3,72
7	33,4	32,3	1,1	3,41
8	33,4	32,4	1,0	3,09
9	33,3	32,6	0,7	2,15
10	32,4	32,6	-0,2	0,61
Rata-Rata	33,25	32,47	0,78	2,53

Berdasarkan Tabel 1, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki nilai rata-rata pengukuran suhu sebesar 33,25°C, sedangkan alat ukur pembanding UT333 menunjukkan nilai rata-rata 32,47°C. Perbedaan hasil pengukuran tersebut menghasilkan rata-rata selisih sebesar 0,78°C dengan rata-rata persentase kesalahan (error) sebesar 2,53%. Nilai kesalahan tersebut menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengukur suhu dan masih layak digunakan untuk kebutuhan proses fermentasi rusip. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh karakteristik sensor, toleransi pengukuran, serta kondisi lingkungan pada saat pengujian dilakukan. Meskipun terdapat perbedaan nilai pengukuran dengan alat pembanding, sensor DHT11 tetap mampu memberikan data suhu yang stabil dan dapat dimanfaatkan sebagai parameter suhu secara real-time pada sistem fermentasi rusip berbasis *Internet of Things (IoT)*.

Tabel 2. Data Pengujian Sensor DHT11 dan UT333 Mengenai Kelembapan

No. Pengukuran	Parameter Kelembapan (Dht11) % Rh	Parameter Kelembapan (Ut333) % Rh	Selisih % Rh	Error (%)
1	78	78,4	0,4	0,51
2	78	78,4	0,4	0,51
3	79	77,6	1,4	1,80
4	79	79,4	0,4	0,50
5	79	79,2	0,2	0,25
6	79	79	0	0,00
7	79	79,8	0,8	1,00
8	79	79,1	0,1	0,13
9	78	76,9	1,1	1,43
10	78	76,7	1,3	1,69
Rata-Rata	78,60	78,45	0,61	0,78

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki nilai rata-rata pengukuran kelembapan sebesar 78,60% RH, sedangkan alat ukur pembanding UT333 menunjukkan nilai rata-rata 78,45% RH. Perbedaan hasil pengukuran tersebut menghasilkan rata-rata selisih sebesar 0,61% RH dengan rata-rata persentase kesalahan (error) sebesar 0,78%. Nilai kesalahan yang relatif kecil menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki tingkat akurasi yang baik dalam mengukur kelembapan sehingga layak digunakan sebagai sensor pada proses fermentasi rusip. Selain itu, hasil pengujian menunjukkan bahwa selisih pengukuran kelembapan berkisar antara 0% RH hingga 1,4% RH. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh toleransi sensor, respons waktu pembacaan, maupun kondisi lingkungan saat pengujian berlangsung. Meskipun demikian, hasil pengukuran sensor DHT11 masih mendekati nilai yang ditunjukkan oleh alat ukur UT333, sehingga sensor mampu memberikan data kelembapan yang stabil dan andal untuk mendukung sistem fermentasi rusip berbasis *Internet of Things (IoT)*.

b. Pengujian Sensor GY-30

Pengujian sensor GY-30 dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor terhadap Lux Meter Benetech GM1030C sebagai alat ukur pembanding. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi sensor dalam mengukur intensitas cahaya pada sistem fermentasi rusip. Hasil pengujian sensor GY-30 ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Pengujian Sensor GY-30 dan Lux Meter

Jarak Pengukuran	Sensor GY-30 (BH1750) Lux	Lux Meter (Benetech GM1030C) Lux	Selisih Lux	Error (%)
1 cm	171,67	177,1	5,43	3,0
2 cm	140,00	147,3	7,30	4,96
4 cm	138,33	139,9	1,57	1,12
6 cm	105,00	111,3	6,30	5,66
8 cm	71,67	85,4	13,73	16,08
10 cm	69,17	71,6	2,43	3,39
12 cm	30,83	35,2	4,37	12,41
14 cm	21,67	22,5	0,83	3,69
16 cm	14,17	13,4	0,77	5,75
18 cm	7,50	6,3	1,20	19,05
20 cm	4,17	4,6	0,43	9,35
Rata-Rata	70,47	73,69	4,40	7,69

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor GY-30 (BH1750) memiliki nilai rata-rata pengukuran intensitas cahaya sebesar 70,47 Lux, sedangkan Lux Meter Benetech GM1030C menunjukkan nilai rata-rata sebesar 73,69 Lux. Perbedaan hasil pengukuran tersebut menghasilkan rata-rata selisih sebesar 4,40 Lux dengan rata-rata persentase kesalahan (error) sebesar 7,69%. Nilai kesalahan tersebut menunjukkan bahwa sensor GY-30 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengukur intensitas cahaya sehingga layak digunakan untuk sistem *monitoring* fermentasi rusip. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa semakin besar jarak pengukuran, nilai intensitas cahaya yang terbaca oleh kedua alat cenderung mengalami penurunan. Selisih pengukuran berkisar antara 0,43 Lux hingga 13,73 Lux, sedangkan persentase kesalahan berada pada rentang 1,12% hingga 19,05%. Perbedaan hasil pengukuran tersebut dapat dipengaruhi oleh karakteristik sensor, posisi sensor terhadap sumber cahaya, serta kondisi lingkungan pada saat pengujian dilakukan.

c. Pengujian Sensor MQ-135

Sensor MQ-135 mampu mendeteksi perubahan kadar gas dengan nilai pembacaan 668 ppm, menunjukkan sensor berhasil membaca perubahan kualitas udara di ruang fermentasi sebagai indikator aktivitas fermentasi.



Gambar 3. Data Sensor MQ-135

Gambar 3 menunjukkan tampilan hasil pembacaan sensor MQ-135 pada LCD I2C 16×2. Pada saat pengujian, sensor MQ-135 mendeteksi kadar gas sebesar 688 ppm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sensor mampu membaca perubahan konsentrasi gas di dalam ruang fermentasi dan menampilkan hasil pengukuran secara langsung pada LCD. Selain ditampilkan pada LCD, data hasil pembacaan juga dikirimkan ke platform Telegram dan Blynk melalui jaringan Wi-Fi sehingga pengguna dapat memantau kondisi fermentasi secara *real-time* dari jarak jauh. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor MQ-135 berfungsi dengan baik sebagai pendeteksi perubahan kadar gas selama proses fermentasi rusip.

d. Fermentasi Rusip

Hasil selama 7 hari fermentasi ditunjukkan pada Tabel 3. Berdasarkan hasil pengamatan, suhu selama fermentasi berada pada rentang 28,70°C–30,06°C, sedangkan kelembapan berada pada rentang 83,40%–87,70% RH. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan fermentasi relatif stabil.

Tabel 4. Data Perhari Fermentasi Rusip

Waktu Pengamatan	Suhu (°C)	Kelembapan (%)	Intensitas Cahaya (Lux)	Nilai Gas (ppm)	Kondisi Lampu
16 Mei 2026	29,50	86,60	11,67	1069	ON
17 Mei 2026	28,90	86,90	25,83	1038	ON
18 Mei 2026	28,70	87,70	51,67	1264	OFF
19 Mei 2026	30,00	86,70	8,33	1090	ON
20 Mei 2026	29,90	86,60	3,33	1093	ON
21 Mei 2026	29,00	87,50	9,17	1487	ON
22 Mei 2026	30,06	83,40	10,80	1106	ON

Berdasarkan Tabel 4, intensitas cahaya yang terukur berada pada rentang 3,33 Lux hingga 51,67 Lux, sedangkan nilai gas yang dideteksi oleh sensor MQ-135 berkisar antara 1.038 ppm hingga 1.487 ppm. Fluktuasi kadar gas menunjukkan adanya aktivitas mikroorganisme yang berlangsung selama proses fermentasi rusip. Sistem kontrol lampu otomatis bekerja sesuai dengan rancangan menggunakan ambang batas 50 Lux. Lampu berada pada kondisi ON ketika intensitas cahaya berada di bawah nilai ambang, sedangkan pada tanggal 18 Mei 2026 lampu berada pada kondisi OFF karena intensitas cahaya mencapai 51,67 Lux, yaitu melebihi nilai ambang yang telah ditentukan. Secara keseluruhan, sistem dan kontrol berbasis *Internet of Things (IoT)* mampu bekerja dengan baik. Data hasil pembacaan sensor DHT11, MQ-135, dan GY-30 berhasil ditampilkan pada LCD I2C serta dikirimkan ke platform Telegram dan Blynk secara *real-time*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi fermentasi dan mengendalikan sistem dari jarak jauh.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa sistem *monitoring* dan kontrol fermentasi rusip berbasis *Internet of Things* berhasil dirancang dan berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu memantau suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kadar gas secara *real-time* menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DHT11, MQ-135, dan GY-30 (BH1750). Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT11 memiliki rata-rata selisih pengukuran sebesar 0,78°C dengan rata-rata error sebesar 2,53% untuk pengukuran suhu, serta rata-rata selisih 0,61% RH dengan rata-rata error sebesar 0,78% untuk pengukuran kelembapan dibandingkan alat ukur UT333. Sensor GY-30 memiliki rata-rata selisih pengukuran sebesar 4,40 Lux dengan rata-rata error sebesar 7,69% dibandingkan Lux Meter Benetech GM1030C, sedangkan sensor MQ-135 mampu mendeteksi perubahan kadar gas selama proses fermentasi. Berdasarkan hasil *monitoring* selama 1 minggu, suhu berada pada rentang 28,70°C–30,06°C, kelembapan 83,40%–87,70% RH, intensitas cahaya 3,33–51,67 Lux, dan kadar gas 1.038–1.487 ppm. Seluruh data berhasil ditampilkan pada LCD 16×2 serta dikirimkan ke platform Telegram dan Blynk secara *real-time*, sehingga sistem dapat mendukung proses *monitoring* fermentasi rusip secara lebih efektif.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung atas dukungan, dan tempat atau fasilitas laboratorium yang telah diberikan sehingga penelitian mengenai sistem dan kontrol fermentasi rusip berbasis *Internet of Things (IoT)* ini dapat terlaksana dan diselesaikan dengan baik dan sesuai

dengan *prosedur* yang telah ditetapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Zulfikar Syaiful, M. Sonda, and P. Teknik Kimia, “Pengaruh Lama Pengaktifan Ragi Untuk Fermentasi Kulit Kopi Arabika Menjadi Bioetanol,” *SAINTIS*, vol. 3, no. 2, 2022.
- Desniar, I. Setyaningsih, and I. M. Fransiska, “Change of Chemical and Microbiological During the Fermentation of Bekasam Nile Tilapia Fish Using Single and Mixed Starters,” *J. Pengolah. Has. Perikan. Indones.*, vol. 26, no. 3, pp. 414–424, 2023, doi: 10.17844/jphpi.v26i3.50664.
- M. A. Kurnianto, S. Winarti, and A. A. Puspita, “Profil Fisikokimia, Mikrobiologi dan Organoleptik Rusip Ikan Teri (*Stolephorus* sp.) dengan Lama Fermentasi Berbeda,” *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, vol. 19, no. 1, p. 51, Jun. 2024, doi: 10.15578/jpbkp.v19i1.1011.
- K. Kurniawan and S. Syila, “Kandungan Bakteri (*Escherichia coli*) Protein Dan Total Asam Laktat Pada Pembuatan Fermentasi Rusip Ikan Teri (*Stolephorus* sp.),” *Jambura Fish Processing Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 69–77, Aug. 2021, doi: 10.37905/jfpj.v3i2.10563.
- E. Oksal *et al.*, “Pengaruh Variasi Konsentrasi Garam, Samu dan Waktu Fermentasi pada Produk Wadi dari Ikan Patin (*Pangasius pangasius*) Khas Kalimantan Tengah,” *Konservasi Hayati*, vol. 21, no. 2, pp. 101–111, Oct. 2025, doi: 10.33369/hayati.v21i2.42234.
- H. Kurnia, “Implementasi Iot Pada Sistem Suhu Dan Kelembaban Menggunakan Esp32, Firebase Dan Kodular,” 2025.
- M. Haq, U. M. Farid, A. M. Romdhani, and M. N. Hidayatullah, “Pengaruh pH dan Lama Fermentasi terhadap Karakteristik pada Nata de Papaya,” *Biofoodtech : Journal of Bioenergy and Food Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 84–95, Feb. 2026, doi: 10.55180/biofoodtech.v4i2.2107.
- M. Ilman, M. Universitas, Y. Pasuruan, A. Faizin, and A. A. Id, “Implementasi Sistem Suhu Dan Kelembaban Ruang Produksi Obat Berbasis Iot Dengan Menggunakan NodeMCU ESP32,” *Jurnal Sains Student Research*, vol. 3, no. 6, pp. 408–415, 2025, doi: 10.61722/jssr.v3i6.6432.
- S. P. Maghfira, B. Suprianto, L. Rakhmawati, and R. Firmansyah, “Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan Berbasis IOT dengan Fuzzy Logic untuk Optimasi Proses Fermentasi pada Pengolahan Tempe 257 Rancang Bangun Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan Berbasis IOT dengan Fuzzy Logic untuk Optimasi Proses Fermentasi pada Pengolahan Tempe 2025.”
- S. Sarmila, M. F. Romadhan, S. M. Tulandi, and S. Saadah, “Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Kombucha Daun Kecapi (*Sandoricum koetjape*),” *JOFE: Journal of Food Engineering*, vol. 4, no. 3, pp. 127–139, Jul. 2025, doi: 10.25047/jofe.v4i3.6058.